

І науково-технічна конференція “НК в контексті асоційованого членства України в ЄС”,  
24-27 жовтня 2017 року, м. Люблін, Польща

сусідні. Важливо тільки знати частоту сигналу завади. Пошук частоти завади здійснюється за результатами спостереження за амплітудами опорних сигналів при ковзанні вздовж вхідного набору значень. При дії завади із частотою  $\omega_3$  амплітуди опорних сигналів будуть коливатися із частотою  $\omega_1 \pm \omega_3$  і  $\omega_2 \pm \omega_3$ .

Точність визначення частоти завади визначається часом спостереження за вхідним сигналом. Знаючи частоту завади в регресійну модель додається новий параметр і вона наново перераховується.

Для оцінки впливу досліджуваного каналу на проходження сигналу по ньому запропоновано формувати діагностичний сигнал із використанням диференційної векторної пари опорних сигналів. В прийнятому сигналі визначається різниця амплітуд опорних сигналів, що дає можливість зменшити чи усунути вплив широкосмугових завад і завад на частотах які в рази відрізняються від частот опорних сигналів. Також запропоновано будувати регресійну модель до складу якої окрім опорних сигналів входять всі гармонійні складові, вплив яких на диференційну векторну пару є суттєвим.

## ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОЇ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

*В.С. Цих, О.М. Григоришин, Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Значною особливістю безконтактного контролю підземних трубопроводів є те, що іноді такі роботи доводиться проводити на ділянках, які проходять через ґрунти різних типів та складу. Основною та першочерговою частиною такого контролю є обстеження ізоляційного покриття трубопровідних мереж. Враховуючи те, що для цього застосовуються методи та підходи, які базуються на використанні електромагнітних вимірювань, то важливою умовою таких робіт є наявність інформації про оточуюче середовище, в якому розміщена досліджувана комунікація.

Значно ускладнити процес обстеження ізоляційного покриття підземних трубопроводів може наявність великої кількості вологи на території досліджуваного об'єкту. Основні проблеми такого контролю наведено в роботах [1, 2]. На рисунках 1,а та 1,б наведено вигляд затопленої водою досліджуваної ділянки нафтоперекачувальної станції з наявними підземними нафтопроводами на ній.



Рис. 1. Вигляд досліджуваної ділянки нафтоперекачувальної станції з підземними трубопроводами

Такі проблеми зумовлюють необхідність пошуку оптимального підходу до контролю насамперед стану ізоляційного покриття підземних трубопроводів, які розміщуються в умовах підвищеної вологості ґрунту.

Основним електричним параметром ґрунту, який змінюється під впливом зміни вологості, є питомий опір. Тому, основні дослідження повинні бути направлені на врахування змін даного параметру.

Для оцінювання впливу вологості оточуючого ґрунту, необхідно у отриманні раніше залежності [3] ввести додатковий параметр опору, який можна оцінити на основі електричних параметрів наявного ґрунтового покриття. Крім того, слід звернути увагу на те, що на даний параметр також впливатиме сезонність проведення досліджень. Тому, додатково при розрахунку питомого опору ґрунту слід враховувати кліматичний коефіцієнти сезонності, який, відповідно, залежатиме від вологості землі та кліматичної зони, в якій розміщені досліджувані підземні трубопроводи. Вибір кліматичної зони (зони морозостійкості) проводиться на основі врахування річного мінімуму температури на досліджуваній ділянці, який для умов України знаходиться в межах від  $-28,9^{\circ}\text{C}$  до  $-12,3^{\circ}\text{C}$ . Слід також звернути увагу, що даний кліматичний коефіцієнт також залежатиме від глибини залягання досліджуваного трубопроводу – все це пов’язано насамперед з тим, що вимірювання вологості ґрунту проводиться зазвичай в поверхневому шарі, тоді як зволоженість такого ґрунту по глибині може бути нерівномірним.

Для оцінювання впливу параметру вологості, в першу чергу, необхідно провести вимірювання питомого опору для різних ділянок з тими типами ґрунтів, які найчастіше мають місце при проляганні підземних трубопроводів. В подальшому необхідно більш детально проаналізувати вплив глибини залягання підземного трубопроводу та відповідної кліматичної зони на зміну питомого опору при неоднорідному розподілі вологості на ділянках досліджуваних підземних комунікацій.

На основі проведених досліджень в [3-5], можна стверджувати, що основним розрахунковим параметром, який змінюватиметься під дією впливу вологості ґрунту, буде внутрішня індуктивність ґрунту як провідника, який оточує досліджуваний трубопровід. Даний параметр із врахуванням питомого опору ґрунту та розрахункового кліматичного коефіцієнта опору ґрунту буде розраховуватися на основі наступної залежності:

$$L_{s1} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left( 5.98 - \ln(r_p + \delta_c) \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho_s \cdot \psi}} \right) \quad (1)$$

де  $L_{s1}$  – внутрішня індуктивність ґрунту як провідника, який оточує досліджуваний трубопровід, Гн/м;  $r_p$  – зовнішній радіус досліджуваного підземного трубопроводу, м;  $\delta_c$  – товщина ізоляційного покриття, м;  $f$  – частота змінного струму генератора, Гц;  $\rho_s$  – питомий опір ґрунту, який оточує досліджуваний трубопровід, Ом·м;  $\psi$  – розрахунковий кліматичний коефіцієнт опору ґрунту.

Для оцінювання впливу вологості ґрунту проведені вимірювання питомого опору різних типів оточуючих середовищ, які можуть мати місце на ділянках пролягання підземних трубопроводів, з використанням стабілізованого джерела струму та за допомогою чотирьохелектродної установки [6]. Результати вимірювань наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Значення питомого опору різного роду середовищ, які оточують підземний трубопровід

Вид ґрунту	Питомий опір, середнє значення при вимірюваннях (Ом·м)
Глина	20 – 50
Гравій	360 – 750
Пісок вологий	120 – 350
Пісок зволожений	350 – 2000
Пісок сухий	2000 – 3900
Суглинок	90 – 140
Щебінь вологий	3000
Щебінь сухий	5000

На рисунку 2 наведена залежність зміни внутрішньої індуктивності ґрунту як провідника, що оточує досліджуваний трубопровід, від питомого опору оточуючого ґрунту. Розрахунки проведені для ділянки підземного трубопроводу діаметром 720 мм, з шаром ізоляційного покриття, товщиною 5 мм, при використанні робочої частоти генератора величиною 33 кГц. Вибір оптимальної частоти контролю насамперед пов'язаний із умовами, в яких розміщується досліджуваний трубопровід, а також залежно від довжини досліджуваної ділянки [3, 6, 7].

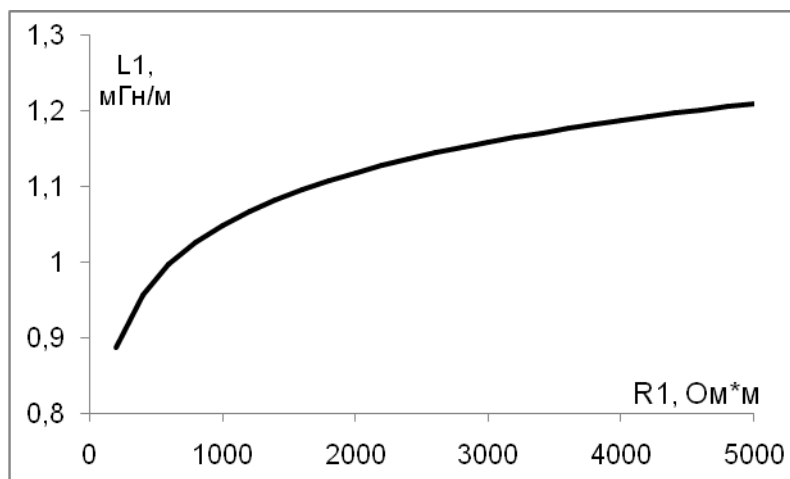


Рис. 2. Залежність зміни внутрішньої індуктивності ґрунту  $L_1$  від зміни питомого опору ґрунту  $R_1$

Отримані результати дослідження впливу питомого опору ґрунту дозволяють врахувати даний параметр при проведенні електромагнітного контролю ізоляційного покриття підземних трубопроводів. В подальшому необхідно провести дослідження впливу неоднорідності зволоження ґрунту та відповідної кліматичної зони на значення питомого опору ґрунту та врахувати отримані результати за допомогою спеціального кліматичного коефіцієнта.

1. Мухлін С. М. Розробка і впровадження двочастотної методики для діагностування якості ізоляції трубопроводів : зб. тез доповідей за матеріалами п'ятої міжнар. наук.-техн. конф. і виставки «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машино буд. і трубопромислового обладнання». м. Ів.-Франківськ, 2-5 грудня 2008р. / Мухлін С. М. – Ів.-Франківськ : Вид-во Ів.-Франківського нац. техн. ун-ту нафти і газу, 2008. – С.47–49.

2. Методика та апаратура двочастотних вимірів для перевірки якості ізоляційного покриття трубопроводу у вологих ґрунтах та на підводних переходах / М.А. Ткаленко, П.С. Юхимець, С.М. Мухлинін та ін. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2008. – №1. – С. 19-23.

3. Цих В.С. Розроблення методу та засобу контролю дефектів ізоляції підземних трубопроводів : дис. канд. тех. наук: 05.11.13 / Цих Віталій Сергійович. – Івано-Франківськ, 2014. – 155 с.

4. Джала Р.М. Електромагнітні обстеження і контроль корозії трубопроводів // *Механіка руйнування і міцність матеріалів : довідн. посіб. / [В.В. Панасюк]. – Т.5 : Неруйнівний контроль і технічна діагностика / під ред. З.Т. Назарчука. – Львів : ФМІ НАН України. – 2001. – Розд. 5. – С. 263-330.*

5. Джала Р.М. Методи і засоби електромагнітних обстежень захисту від корозії підземних трубопроводів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05.11.16 «Інформаційно-вимірювальні системи» / Джала Роман Михайлович, Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів, 2002. – 36 с.

6. ДСТУ 4219-2003. Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 68 с.

7. Выбор оптимальной частоты измерительного сигнала для поиска мест повреждения изоляции трубопровода / Вяхирев Н.И., Захаренко Л.А., Старостенко В.О. и др. // «Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта»: материалы VII Международной научно-технической конференции (Новополоцк, 22-25 ноября 2011 г.). Новополоцк: ПГУ, 2011. С. 136-138.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ISO 9712:2012 В УКРАИНЕ. ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ПРОЦЕДУРЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

*Щупак С.А., Центр сертификации при УОНКТД,  
Павлій А.В., ТОВ «НПФ «Діагностическіе прибори»  
г. Киев, Украина*

После подписания 27 июня 2014 года экономической части «Соглашения об ассоциации Украины с Европейским союзом» начался активный процесс адаптации украинского технического законодательства к требованиям Евросоюза в части пересмотра национальных технических регламентов с целью приведения их требований в соответствие с содержанием европейских директив. Кроме того, происходит активный процесс отмены национальных нормативных документов (стандартов ДСТУ) и введение международных (ISO) и европейских (EN).

В связи с этим, происходит постепенный переход от обязательной сертификации персонала на основе национальных нормативных требований к добровольной сертификации персонала в соответствии с EN ISO 9712:2012. Опыт сертификации персонала независимой третьей стороной (ранее – в соответствии с EN 473, в данный момент – EN ISO 9712:2012) в Украине составляет уже 20 лет. В последнее время процедура сертификации согласно EN ISO 9712:2012 становится доминирующей, в